



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**THAIS CHIOZZINI DE SOUZA**

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DA CARNE DE FRANGO PRÉ-COZIDA**  
**CONTENDO BIOPRODUTOS DO CERRADO**

**Monografia apresentada para a conclusão do Curso de**  
**Medicina Veterinária da Faculdade de Agronomia e**  
**Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.**

Brasília DF

Julho, 2013



THAIS CHIOZZINI DE SOUZA

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DA CARNE DE FRANGO PRÉ-  
COZIDA CONTENDO BIOPRODUTOS DO CERRADO**

Monografia apresentada para a conclusão do  
Curso de Medicina Veterinária da Faculdade  
de Agronomia e Medicina Veterinária da  
Universidade de Brasília.

Orientadora  
Prof. Dra. ALINE MONDINI CALIL RACANICCI

Brasília DF  
2013

## Ficha Catalográfica

Souza, Thais Chiozzini

Estabilidade oxidativa da carne de frango pré-cozida contendo bioprodutos do Cerrado. / Thais Chiozzini de Souza; orientação de Aline Mondini Calil Racanicci – Brasília, 2013.

40 p. : il.

Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

1. Antioxidantes naturais. 2. Oxidação lipídica 3. Peito de frango. 4. Plantas do Cerrado.

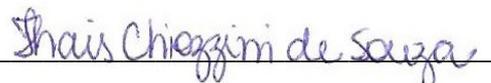
## Cessão de Direitos

Nome do Autor: Thais Chiozzini de Souza.

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Estabilidade oxidativa da carne de frango pré-cozida contendo bioprodutos do cerrado.

Ano: 2013.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Thais Chiozzini de Souza

e-mail: tha.chiozzini@gmail.com

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Nome do autor: SOUZA, Thais Chiozzini

Título: Estabilidade oxidativa da carne de franco pré-cozida contendo bioprodutos do cerrado.

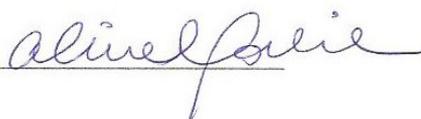
Monografia de conclusão do Curso de Medicina Veterinária apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília

Aprovado em: 16/7/13

Banca Examinadora

Prof. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci (orientadora)      Instituição: FAV/UnB

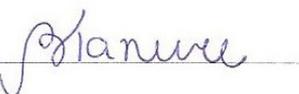
Julgamento: APROVADA

Assinatura: 

Profa. Msc. Candice Bergmann Tanure

Instituição: UPIS

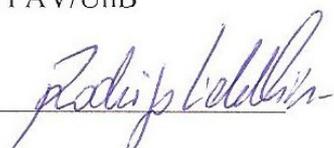
Julgamento: Aprovada

Assinatura: 

Prof. Dr. Rodrigo Vidal Oliveira

Instituição: FAV/UnB

Julgamento: APROVADA

Assinatura: 

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, a confiança, dedicação e paciência todos esses anos e estarem sempre ao meu lado, amo vocês.

À minha irmã, minha companheira, melhor amiga e por estar ao meu lado em todos os momentos.

À minha família o apoio e incentivo, em especial aos meus avós amados os princípios e educação.

Aos meus amigos e amigas de graduação, pelas risadas e companhia durante esses cinco anos e por tornarem este momento único e inesquecível.

A minha orientadora professora Aline Mondini Calil Racanicci, pela amizade, confiança, orientação e ensinamentos diários.

Ao professor Eduardo Mauricio Mendes de Lima, pelo ensino, apoio e orientação em projetos desenvolvidos na graduação.

Aos demais professores da graduação, o exemplo, a dedicação, especialmente aos professores Ivo Pivato e Rodrigo Arruda.

As meninas do laboratório de nutrição animal da UnB, por toda a ajuda durante o desenvolvimento deste trabalho, e também pelas amizades conquistadas.

A todos da SEAGRI pela oportunidade de realização do estágio de graduação, pelo aprendizado e paciência, em especial a Daniella Dianese por todo o apoio e dedicação.

## RESUMO

SOUZA, T. C. **Estabilidade oxidativa da carne de frango pré-cozida contendo bioprodutos do cerrado.** (Oxidative stability of pre-cooked chicken meat containing bioprodutos do cerrado) 2013. 40 p. Monografia para Conclusão do Curso de Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Com a finalidade de avaliar o potencial antioxidante dos extratos alcoólicos de pacari (*Lafoensia pacari*) e barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*) e dos óleos de copaíba (*Copaifera sp.*) e sucupira (*Pterodon sp.*) na estabilidade oxidativa dos lipídios da carne de frango, foram conduzidos dois experimentos de armazenamento em câmara fria. No experimento 1, dosagens equivalentes a 0,2; 0,6; 1,0 e 1,4% de extratos de pacari (PAC0,2; PAC0,6; PAC1,0; PAC1,4) ou de barbatimão (BAR0,2; BAR0,6; BAR1,0 e BAR1,4) foram misturados à carne de peito de frango fresca, desossada e moída, em comparação com o tratamento CON (sem adição de antioxidantes). No experimento 2, dosagens equivalentes a 0,01; 0,05; 0,1 e 0,5% de óleos de copaíba (COP0,01; COP0,05; COP0,1 COP0,5) ou sucupira (SUC0,01; SUC0,05; SUC0,1 SUC0,5) foram misturados à carne de peito de frango fresca, desossada e moída, em comparação com o tratamento CON (sem adição de antioxidantes). Para cada tratamento, almôndegas de carne de aproximadamente 30 g foram confeccionadas, embaladas a vácuo, pré-cozidas a 100°C e armazenadas durante 8 dias a 4°C. O acompanhamento da oxidação dos lipídios durante o armazenamento foi feito por meio da quantificação dos produtos secundários da oxidação, pelo método de TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*). Ao final dos 8 dias de armazenamento, os valores de TBARS indicaram que todas as dosagens de pacari e barbatimão aplicadas preservaram os lipídios da carne de frango pré-cozida ( $P < 0,001$ ), quando comparados ao CON (experimento 1). Para o experimento 2, a adição dos óleos de copaíba e sucupira não promoveu ação antioxidante. Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que os extratos alcoólicos de pacari e barbatimão representam uma boa alternativa natural para a preservação de carne de frango, mesmo quando adicionado diretamente ao alimento.

**Palavras-chave:** antioxidantes naturais; oxidação lipídica; peito de frango; plantas do cerrado.

## ABSTRACT

SOUZA, T. C. **Oxidative stability of pre-cooked chicken meat containing bioproducts from Cerrado** (Estabilidade oxidativa da carne de frango pré-cozida contendo bioprodutos do Cerrado). 2013. 40 p. Monografia para Conclusão do Curso de Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

In order to evaluate the antioxidant potential of pacari (*Lafoensia pacari*) and barbatimão (*Stryphnodendron barbatiman*) alcoholic extracts and copaiba (*Copaifera sp.*) and sucupira (*Pterodon sp.*) oils on lipid oxidative stability of chicken meat, two experiments were conducted in chilled storage. In experiment 1, dosages equivalent to 0.2, 0.6, 1.0 and 1.4% of pacari extracts (PAC0,2; PAC0,6; PAC1,0; PAC1,4) and barbatimão (BAR0,2, BAR0,6; BAR1,0; BAR1,4) were added with fresh, boneless and minced chicken breast meat, in comparison with control treatment CON (without antioxidant addition). In experiment 2, equivalent dosages of 0.01, 0.05, 0.1 and 0.5% of copaiba oils (COP0,01; COP0,05; COP0,1; COP0,5) and sucupira (SUC0,01; SUC0,05; SUC0,1; SUC0,5) were added with fresh, boneless and minced chicken breast also, in comparison with treatment CON (no antioxidant added). For each treatment, meatballs of approximately 30 g were prepared, vacuum-packed, pre-cooked at 100°C and stored at 4°C during eight days. Lipid oxidation during storage was observed by determination of secondary products of oxidation using TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*) method. At the end of storage period, TBARS values indicated that all concentrations of pacari and barbatimão preserved lipids from oxidation ( $P < 0.001$ ) in chicken meat pre-cooked, when compared to CON (experiment 1). In experiment 2, the additions of copaiba and sucupira oils did not show antioxidant effect. Based on the results obtained in this study, it was concluded that pacari and barbatimão alcoholic extracts represent a good alternative for the preservation of natural chicken meat, even when directly added to food.

**Keywords:** chicken breast; lipid oxidation; natural antioxidants; plants of the cerrado.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1	Processo de oxidação lipídica .....	11
2.1.1	Oxidação lipídica na carne .....	13
2.2	Antioxidantes .....	14
2.2.1	Antioxidantes Naturais .....	15
2.3	Lafoensia pacari .....	17
2.4	Stryphnodendron barbatiman.....	18
2.5	Copaífera sp. ....	18
2.6	Pterodon sp. ....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1	Obtenção dos extratos e óleos.....	22
3.2	Armazenamento e preparo das amostras de carne de frango.....	22
3.3	Experimento 1- Pacari e Barbatimão .....	22
3.4	Experimento 2 - Copaíba e Sucupira .....	23
3.5	Determinação da oxidação lipídica.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1	Experimento 1- Pacari e Barbatimão .....	27
4.2	Experimento 2- Copaíba e Sucupira .....	30
5	CONCLUSÃO.....	33
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria avícola apresentou nos últimos anos grande destaque no mercado mundial de carnes, sendo o Brasil atualmente o maior exportador mundial e responsável por mais de 40% do comércio global desse bem, se destacando também como o terceiro maior produtor e o quarto maior consumidor mundial de carne de frango (UBABEF, 2013).

Em 2011, a produção brasileira atingiu a marca histórica de 13,058 milhões de toneladas de carne de frango, garantindo ao Brasil uma posição entre os três maiores produtores mundiais de carne de frango, com Estados Unidos e China (UBABEF, 2013). Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial, atingindo exportações de 90% do comércio mundial, com destaque para a carne de frango que representará 48,1% das exportações mundiais, indicando que o Brasil pode manter posição de primeiro exportador mundial de carnes bovina e de frango (MAPA, 2013).

O Brasil lidera o mercado mundial de carnes, comercializando o produto resfriado, congelado ou, ainda, industrializado. Alguns consumidores preferem a carne resfriada por associarem a uma carne mais fresca (NEVES *et al.*, 2005), mas, a vida de prateleira da carne resfriada é bastante inferior a da carne congelada, devido, sobretudo, a alterações causadas por microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes oriundos do processo de criação, abate das aves e processamento da carne (PARDI *et al.*, 2006).

A oxidação lipídica é um dos mais importantes processos de degradação da qualidade e do conteúdo nutricional dos alimentos, particularmente da carne e dos produtos cárneos. Além disso, a aceitabilidade por parte do consumidor é afetada enormemente pela ocorrência da mesma (MORRISSEY *et al.*, 1998).

O controle da oxidação em produtos cárneos é necessário, diante disso, as indústrias alimentícias fazem uso de aditivos sintéticos com propriedades antioxidantes, que atuam preservando e estendendo a vida útil de alimentos que contêm lipídios oxidáveis, por meio do retardo das reações de oxidação (SELANI, 2010). Recentemente, o interesse por antioxidantes naturais tem aumentado devido à percepção negativa dos consumidores sobre a segurança dos antioxidantes sintéticos, cujo uso têm sido restringido devido ao seu potencial cancerígeno, bem como outros efeitos maléficos à saúde (TANG *et al.*, 2001). Assim, pesquisas têm sido dirigidas no sentido

de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, que possam atuar sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos, como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e reduzir o uso de antioxidantes sintéticos nos alimentos (SOARES, 2002; PEREIRA *et al.*, 2009; MILANI *et al.*, 2010).

Dentre os produtos vegetais comuns no cerrado, destaca-se os extratos de *Lafoensia pacari*, com elevado potencial antioxidante devido a presença de compostos fenólicos em sua composição (SOLON *et al.*, 2000) e o de *Strypnodedron barbatiman*, planta com elevado teor em taninos condensados. Plantas do gênero *Copaífera sp.* também apresentam propriedades antioxidantes já relatadas por Maciel *et al.* (2002) em estudos com extratos da casca da planta. Atividade antioxidante também foi observada em frações alcoólicas obtidas de sementes de *Pterodon* (DUTRA, 2008). No entanto, poucos estudos avaliaram a utilização desses antioxidantes naturais sob o aspecto da qualidade da carne de frango, bem como durante o armazenamento refrigerado.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a atividade antioxidante de diferentes dosagens de extratos alcoólicos de pacari e barbatimão e de óleos de copaíba e sucupira adicionados diretamente na carne de peito de frango fresca, na proteção dos lipídios da carne durante o armazenamento refrigerado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Processo de oxidação lipídica

Os lipídios desempenham um importante papel no que diz respeito a qualidade dos produtos alimentares, particularmente em relação as propriedades organolépticas que os tornam desejáveis (sabor, cor e textura). Além disso, conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácidos linoleico, linolênico e araquidônico) e de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), de acordo com St. Angelo (1996).

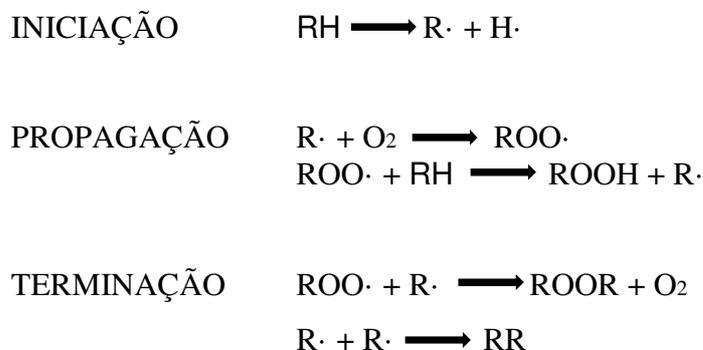
A oxidação lipídica é a deterioração de componentes importantes dos alimentos, como ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis. O processo oxidativo é considerado um grande problema na tecnologia de alimentos, sendo, depois da deterioração microbiana, o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade das carnes e seus derivados, pois afetam atributos como sabor aroma, textura e valor nutritivo, além de promover o desenvolvimento de sabores indesejáveis e produzir substâncias potencialmente tóxicas como malonaldeídos e óxidos de colesterol (GRAY *et al.*, 1996).

Segundo Vieira (2003), os fatores que mais influenciam na oxidação são a presença de íons metálicos no produto (no sal ou temperos), calor ou luz, enzimas, grau de instauração de ácidos graxos, quantidade e disponibilidade de oxigênio presente.

A oxidação dos lipídios no músculo inicia-se com os fosfolipídios localizados nas membranas celulares, ricos em ácidos graxos poli-insaturados, conforme discutido por OLIVO & SHIMOKOMAKI (2002). Segundo os autores, o rompimento da integridade das membranas pelos processos de moagem, desossa mecânica ou cozimento, altera a compartimentalização celular, liberando o ferro cataliticamente ativo da mioglobina. A interação deste e de outros agentes oxidantes com os ácidos graxos poli-insaturados resulta na geração de radicais livres e na propagação de reações oxidativas.

Em nível molecular, o processo de oxidação lipídica começa na ligação carbono-hidrogênio (C-H) adjacente à dupla ligação da cadeia carbônica dos ácidos graxos insaturados, podendo ser catalisada por inúmeros fatores: ambientais (umidade, luz, calor, oxigênio), presença de metais (cobre, ferro, manganês), de enzimas e de pigmentos (ADAMS, 1999).

O processo de autoxidação, significativo para a deterioração dos alimentos, está associado às reações do oxigênio com os ácidos graxos insaturados e ocorre em três etapas distintas: iniciação, propagação e terminação, segundo o modelo abaixo.



**Figura 1.** Mecanismo geral da autoxidação lipídica (adaptado de FARMER *et al.*, 1942). Onde: RH = ácido graxo insaturado, R· = radical livre, ROO· = radical peróxido e ROOH = radical hidroperóxido.

A reação oxidativa é iniciada em condições favoráveis de luz, calor, presença de metais de transição, com a formação de radicais livres na cadeia carbônica dos ácidos graxos, devido à remoção de um átomo de hidrogênio de um grupamento metil adjacente à dupla ligação, deixando um elétron desemparelhado no carbono e gerando radicais livres, que são entidades reativas e estruturalmente instáveis (KAHL & HILDEBRANDT, 1986).

Durante a propagação (Fig. 1), os radicais livres gerados na etapa de iniciação reagem com o oxigênio formando radicais peroxila, os quais se propagam em uma reação em cadeia até que todo ácido graxo seja completamente oxidado, formando hidroperóxidos, que, ao se decomporem geram novos radicais livres, que dão continuidade à reação. Os peróxidos e hidroperóxidos são chamados de produtos primários da reação e podem ser utilizados como indicadores de qualidade e estabilidade de alimentos (Índice de Peróxidos). Convém ressaltar também que a velocidade de oxidação lipídica é limitada pela etapa de propagação (SILVA *et al.*, 1999).

A última etapa do processo de oxidação denominada terminação (Fig. 1) ocorre quando todo o oxigênio estiver esgotado ou houver compostos inativos, fazendo com que ocorram reações entre os próprios radicais livres originando produtos estáveis

(produtos secundários da oxidação), obtidos por meio da cisão e rearranjo dos peróxidos. Estes produtos podem ser compostos não-voláteis como dímeros e polímeros, e voláteis como aldeídos e cetonas, que conferem sabor e odores desagradáveis aos alimentos oxidados (SILVA *et al.*, 1999).

### 2.1.1 Oxidação lipídica na carne

Os produtos cárneos, devido ao teor de umidade, proteínas, gorduras, dentre outros nutrientes, tornam-se susceptíveis a alterações físico-químicas e microbiológicas, que podem levar a perdas nutricionais, como também gerar produtos compostos indesejáveis e até mesmo prejudiciais à saúde humana. Dentre estas alterações, a oxidação dos lipídios e a oxidação da cor são as mais difíceis de serem controladas, pois são reações de ordem físico-química, que são potencializadas por ação microbiológica (ALMEIDA *et al.*, 2005), sendo a oxidação lipídica reconhecida como a maior causa de deterioração dos lipídios dos produtos cárneos processados ou pré-cozidos (AHN *et al.*, 2007).

A presença de gorduras poli-insaturadas torna os produtos cárneos mais susceptíveis à oxidação, assim como também algumas operações de processamento como a moagem, o cozimento e a adição de sal, que promovem a ruptura do balanço oxidativo, provocando rápido desenvolvimento da rancidez oxidativa em carnes (ARAÚJO, 2008).

As alterações na qualidade de produtos cárneos incluem deterioração do sabor, descoloração, destruição de nutrientes e formação de compostos tóxicos, que sem dúvida reduzem a aceitabilidade pelo consumidor. Sobre esses aspectos, KANNER (1994), discute os mecanismos que explicam o aparecimento de *off-flavour* induzido por reações oxidativas. Após o cozimento, a oxidação lipídica é considerada sinônima do desenvolvimento do sabor requentado, também chamado de *warmed-over-flavour* (WOF), desenvolvendo sabores rançosos e envolvendo grande disponibilidade de promotores da oxidação como o ferro heme e não-heme e fosfolipídios da membrana celular (YOUNATHAN, 1985).

A deterioração tem sido uma das grandes preocupações e uma das maiores causas de perdas nos alimentos, diminuição da produtividade e de danos à saúde do homem. (ALMEIDA *et al.*, 2008). Segundo Ahn *et al.*, (2007), o controle da oxidação lipídica nos alimentos é necessário para manter a segurança e a qualidade da carne pré-cozida,

podendo utilizar de antioxidantes durante a estocagem para retardar o desenvolvimento de ranço, aumentando o tempo de prateleira do produto.

## 2.2 Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias usadas para preservar alimentos por meio do retardo da deterioração, rancidez e descoloração decorrente da autooxidação, além de protegerem os sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de reações entre as espécies reativas do oxigênio com diversos alvos celulares (ADEGOKE *et al.*, 1998).

De acordo com Halliwell (1995), um antioxidante é uma molécula capaz de inibir a oxidação de outras moléculas. Em termos de produtos alimentares, um antioxidante foi definido como qualquer substância que, quando presente em concentrações baixas, em comparação com a de um substrato oxidável, atrasa significativamente ou inibe a oxidação desse substrato.

Antioxidantes são frequentemente adicionados aos alimentos para evitar as reações em cadeia do processo oxidativo descritas no item 2.1, ligando-se ao oxigênio, retardando a etapa de iniciação e/ou interrompendo a etapa de propagação pela destruição ou ligação dos radicais livres ou pela inibição dos catalisadores e estabilização dos hidroperóxidos (SHAHIDI *et al.*, 1992; GULÇIN, 2006).

Os antioxidantes podem ser divididos em duas categorias: antioxidantes sintéticos, como o BHA (butilhidroxianisol) e o BHT (butilhidroxitolueno), largamente empregados pela indústria de alimentos, e os antioxidantes naturais como os tocoferóis, ácidos fenólicos, terpenos que fazem parte da constituição de diversos alimentos (RAMALHO & JORGE, 2006).

Existe uma tendência cada vez maior de utilizar aditivos naturais nos alimentos, devido à conscientização dos consumidores sobre os efeitos tóxicos de alguns antioxidantes sintéticos (ALMEIDA *et al.*, 2008). Por esse motivo, ultimamente existe um grande interesse em identificar fontes alternativas naturais e seguras que tenham capacidade antioxidante em alimentos, especialmente de origem vegetal (GULÇIN, 2012).

### 2.2.1 Antioxidantes Naturais

Várias plantas têm sido utilizadas como antioxidantes naturais no controle da deterioração dos alimentos, por conterem substâncias antioxidantes e por não causarem efeitos adversos ao homem (ALMEIDA *et al.*, 2008). Entre essas substâncias podemos citar os tocoferóis, vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos.

Os tocoferóis são os antioxidantes mais conhecidos e mais amplamente utilizados, sendo a sua atividade altamente dependente da sua concentração (POKORNY, 1987). O grupo dos flavonóides e seus glicosídeos incluem as catequinas, proantocianidinas, antocianinas e flavonóis. Em relação ao terceiro grupo, uma grande variedade de compostos fenólicos biologicamente ativos contendo um ou mais anéis aromáticos são encontrados naturalmente em alimentos de origem vegetal, fornecendo a maior parte do seu sabor, cor e textura. As substâncias fenólicas simples incluem os monofenóis encontrados em frutas e sementes, o grupo que contém ácido hidroxicinâmico, ácido caféico e ferúlico e os taninos, que são compostos fenólicos solúveis em água com elevados pesos moleculares (GULÇIM, 2012).

O tocoferol ou vitamina E, sendo um elemento nutritivo, é amplamente utilizado como uma alternativa natural aos antioxidantes sintéticos e demonstrou uma forte atividade antioxidante, em uma grande variedade de carnes e produtos cárneos, quando quantidades elevadas de acetato  $\alpha$ -tocoferol foram suplementados na dieta de frangos, por exemplo (O'NEILL *et al.*, 1999). Entretanto, a vitamina E, quando adicionada à carne picada durante o processamento, não foi muito eficaz no controle da oxidação lipídica (SHAHIDI, 1987; HIGGINS *et al.*, 1998).

Os compostos fenólicos são estruturas químicas que representam hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que os confere o poder antioxidante. Esses compostos podem ser naturais ou sintéticos. Quando presentes nos vegetais, podem estar em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas. Dentre eles, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural (GULÇIM, 2012).

Os terpenóides são largamente distribuídos na natureza, constituem uma grande variedade de constituintes ativos de plantas e são classificados conforme o número de unidades isoprênicas que contêm. Os monoterpenóides com duas unidades isoprênicas (C10), sesquiterpenos (C15) são voláteis e frequentemente encontrados nos óleos essenciais, contribuindo para a fragrância das plantas que os produzem (COSTA, 1994).

Apresentam diversas funções como hormônios (giberelinas, ácido abscísico), pigmentos fotossintéticos (fitol, carotenóides), portadores de elétrons (ubiquinone, plastoquinona), mediadores de polissacarídeos (fosfatos poliprenil) e os componentes estruturais de membranas (fitosteróis) (MCGARVEY & CROTEAU, 1995).

Segundo Chen *et al.* (1996), os flavonóides são antioxidantes muito eficazes, de forma que podem oferecer uma alternativa para proteger os lipídios da oxidação em alimentos. Alguns destes flavonóides testados demonstraram inibir a oxidação lipídica em carnes, óleo de peixe e banha de porco. Foi proposto ainda que vários flavonóides protegem contra doenças cardiovasculares devido a redução da oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, estando presentes entre os principais antioxidantes da nossa dieta (FRANKEL *et al.*, 1993; CHUN *et al.*, 2007).

Plantas com altos teores em taninos são utilizadas na medicina popular devido a suas atividades antimicrobianas e antioxidantes por agirem como sequestradores de radicais livres; inibidores de determinadas enzimas e por influenciarem negativamente na digestibilidade de proteínas (SILVA & SILVA, 1999).

Antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e, algumas vezes, como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (SHAHIDI *et al.*, 1992; RAMALHO & JORGE, 2006). Os compostos fenólicos e alguns de seus derivados são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica, entretanto, poucos são os permitidos para o uso em alimentos, devido principalmente à sua toxicidade (SHAHIDI *et al.*, 1992).

A posição e o grau de hidroxilação são fundamentais para a atividade antioxidante dos ácidos fenólicos e acredita-se que os polifenóis sejam mais eficientes que os fenóis simples (YANISHLIEVA-MALAROVA, 2001). No entanto, a atividade dos antioxidantes não depende somente de suas características estruturais, como também de muitos outros fatores, como a concentração, temperatura, nível de luz, tipo de substrato, estado físico do sistema, bem como dos numerosos microcomponentes que atuam como pró-oxidantes ou sinergistas (GULÇIM, 2012).

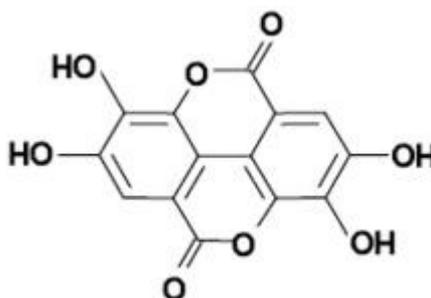
Estes vários mecanismos potenciais de ação antioxidante tornam o grupo diversificado de compostos fenólicos um alvo interessante na busca de fitoquímicos benéficos à saúde, e também oferecem uma possibilidade de utilizar compostos

fenólicos em alimentos ricos em lipídios, a fim de prolongar sua vida útil (DORMAN *et al.*, 2003).

### 2.3 *Lafoensia pacari*

*Lafoensia pacari* pertence à família Lythraceae e possui distribuição ampla em países tropicais, existindo na região central do Brasil onde é conhecida pelo nome popular de dedal, dedaleira ou mangavabrava. É utilizada pela população como febrífugo (MOREIRA, 1985), cicatrizante (GUARIMNETO, 1987) e tônico (CORRÊA, 1984). Conforme De La Cruz (1997), essa região emprega empiricamente a ingestão do macerado aquoso da entrecasca desse vegetal para o tratamento da úlcera gástrica, cujo benefício já está comprovado por ensaios farmacológicos pré-clínicos (SARTORI, 1997; TAMASHIRO-FILHO, 1998). Análises do extrato bruto de caule de pacari mostram a presença de compostos fenólicos, esteróides e saponinas. Dentre os compostos fenólicos encontrados, está o ácido elágico, substância com atividades antioxidante, antitumoral e inibitória contra *Helicobacter pylori* (SOLON *et al.*, 2000). A presença dessas substâncias com atividade antioxidante presentes nas entrecasas de *L. pacari*, motiva pesquisas para o desenvolvimento de produtos com a finalidade de tratamento ou prevenção do envelhecimento cutâneo (CAMPOS *et al.*, 2011).

Em estudos fitoquímicos, nos quais o ácido elágico (Fig.2) foi considerado o marcador químico, sendo, também, o responsável pela potente ação antioxidante frente ao radical difenil-picril-hidrazila (DPPH) e a enzima xantina-oxidase (SOLON, 1999), que representam fortes indicativos da sua ação antioxidante *in vitro*.



**Figura 2.** Estrutura do ácido elágico. Fonte: Modificado de BOBBIO & BOBBIO (1995).

## 2.4 *Stryphnodendron barbatiman*

Espécies do gênero *Stryphnodendron*, conhecidas popularmente como barbatimão, pertencem à família das leguminosas, subfamília Mimosoideae (OCCHIONI, 1990). Entre elas, destaca-se *Stryphnodendron barbatiman*, espécie nativa do Brasil que cresce no cerrado brasileiro, desde o Pará na região Amazônica até o Planalto Central alcançando o Sudeste de Minas Gerais e São Paulo (FELFILI *et al.*, 1999).

Estudos utilizando os extratos do caule e da casca do barbatimão revelaram que a planta apresenta altos teores de taninos condensados, sendo estes muito utilizados na medicina popular para o tratamento de distúrbios gastrointestinais, cicatrização de feridas, como anti-inflamatório, antimicrobiano e antioxidante (LOPES *et al.*, 2005; PANIZZA *et al.*, 1988). Segundo Costa (1986), a casca contém os princípios ativos tanino, flobafenos e um glicídio solúvel, que favorecem a formação de um revestimento protetor contra a multiplicação bacteriana, promovendo uma ação anti-séptica, além de promoverem a cicatrização.

Lopes *et al.* (2005) e Sanches *et al.* (2004) observaram capacidade antioxidante, antimicrobiana e cicatrizante desses compostos, que apresentaram capacidade de reduzir o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), a uma concentração de 0,032 µg /ml, o que demonstrou atividade favorável para a cicatrização das feridas, devido à produção de espécies reativas ao oxigênio durante o processo de reação inflamatória. As propriedades antioxidantes observadas nos compostos fenólicos do extrato bruto e alcoólico das diferentes espécies, provavelmente favoreceram a cicatrização mas não demonstraram correlação exclusiva com taninos.

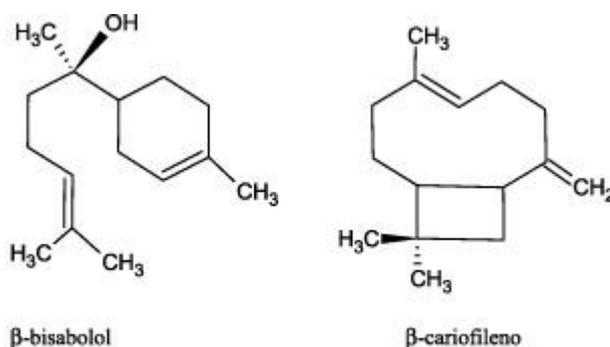
## 2.5 *Copaífera* sp.

As copaibeiras, pau d'óleo, ou copaíba são árvores do gênero *Copaífera* pertencentes à família Leguminosae Juss., subfamília Caesalpinoideae Kunth, estando largamente distribuídas nas regiões amazônica e centro-oeste do Brasil. São mais conhecidas pelo óleo que é extraído do tronco, chamado de óleo de copaíba ou óleo-

resina de copaíba, um exudato constituído por ácidos resinosos e compostos voláteis (RIZZINI, 1976; VEIGA, *et al.*, 2002).

O óleo de copaíba é amplamente utilizado na medicina popular com variadas propriedades farmacológicas. As principais atividades relatadas nos estudos de Veiga *et al.* (2002) foram de antiinflamatórias das vias superiores e inferiores, cicatrizante, sendo também utilizado como antibiótico, inseticida e repelente.

Em análise cromatográfica de amostras do óleo de copaíba, Veiga *et al.* (1997) verificaram que o óleo resina é composto por sesquiterpenos e diterpenos. As principais formas de diterpenos observadas foram lábdano, caurano e clerodano, sendo o ácido copálico o único detectado em todos os óleos analisados, possibilitando sua utilização como biomarcador para o gênero *Copaifera*. Aos diterpenos é atribuída a maioria das propriedades terapêuticas, fato já comprovado cientificamente (MACIEL *et al.*, 2002). Os principais sesquiterpenos encontrados no óleo resina da copaíba são  $\beta$ -cariofileno, trans- $\alpha$ -bergamotene e  $\beta$ -bisaboleno (Fig. 3), que possui comprovada ação antiinflamatória, antibacteriana, antifúngica e antiedêmica (OLIVEIRA *et al.*, 2006).



**Figura 3.** Estrutura de sesquiterpenos. Fonte: Modificado de BOBBIO & BOBBIO (1995).

Segundo Maciel *et al.* (2002), propriedades antioxidantes são descritas para o extrato metanólico das cascas de *Copaifera reticulata*, quanto à redução de radicais livres, sendo o extrato metanólico bastante ativo, apresentando concentração inibitória igual a  $3\mu\text{g}/\text{mL}$ , menor que o padrão utilizado, catequina ( $5\mu\text{g}/\text{mL}$ ). O potencial antioxidante reativo total deste extrato também foi analisado quanto à redução de radicais livres em ensaios de quimioluminescência, mostrando uma atividade de  $7500\mu\text{M}$ , em valores relativos ao padrão. De acordo com Desmarchelier *et al.* (2000), o

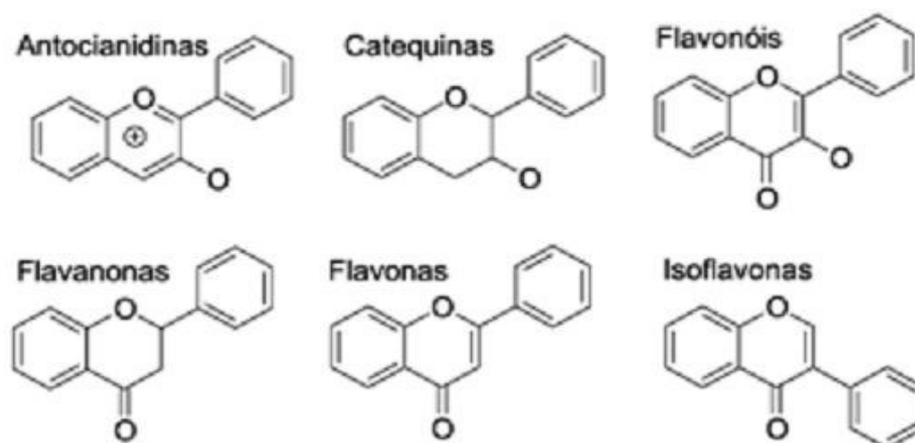
composto responsável pela atividade antioxidante em extratos metanólicos de *C. reticulata* são as procianidinas glicosiladas.

## 2.6 *Pterodon* sp.

*Pterodon* sp. conhecida popularmente como sucupira, faveiro, fava de sucupira ou sucupira lisa, pertence à família Leguminosae. Árvore nativa das áreas do cerrado brasileiro, sendo frequentemente encontrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 2002). Segundo Pimenta *et al.* (2006), o gênero é constituído por cinco espécies distribuídas no Brasil: *P. abruptus* Vog., *P. apparicioi* Pedersoli, *P. emarginatus* Benth, *P. polygalaeflorus* Benth e *P. pubescens* Benth.

Várias partes da planta são empregadas na medicina popular: seu fruto possui endocarpo, alado, rico em óleo aromático, que detém apreciáveis propriedades antimicrobianas sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias (SILVA *et al.*, 2005), função anti-inflamatória e antiulcerogênica (DUTRA *et al.*, 2009) e atividade cercaricida (MORS *et al.*, 1967). Além disso, o óleo bruto da casca de *P. emarginatus*, fortemente aromático, também apresenta atividades antimicrobiana (BUSTAMANTE *et al.*, 2010) e anti-inflamatórias (CARVALHO *et al.*, 1999; MORAES *et al.*, 2012).

A composição dos produtos derivados de plantas varia de acordo com a espécie e parte da planta selecionada para a produção do extrato ou extração do óleo. De uma maneira geral, estudos fitoquímicos com diferentes espécies do gênero *Pterodon*, tem relatado o predomínio de isoflavonas e terpenos. Em extrato das folhas de *P. polygalaeflorus* foram identificados leucoantocianidinas, flavonóides, catequinas, quinonas, saponinas e taninos. Já nos extratos obtidos do revestimento da semente foram encontradas xantonas, flavonóides, flavonas, quinonas e compostos fenólicos (Fig. 4) (FONSECA *et al.*, 2005). Em extratos etanólicos da casca de *P. emarginatus* outros autores (BUSTAMANTE *et al.*, 2010) detectaram a presença de flavonóides, heterosídeos saponínicos, resinas e traços de esteróides e triterpenóides.



**Figura 4.** Estrutura química dos principais flavonóides. Fonte: Modificado de BOBBIO & BOBBIO (1995).

Uma forte atividade antioxidante foi observada em frações alcoólicas obtidas a partir de sementes de *Pterodon emarginatus* por meio da determinação da capacidade sequestrante ao radical DPPH, que apresentou concentração inibitória de 18,89  $\mu\text{g/mL}$  em frações butanólicas e 10,15  $\mu\text{g/mL}$  em frações metanólicas. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição em relação ao controle, no entanto, nenhuma atividade foi encontrada para o óleo essencial e a fração obtida em hexano (DUTRA, 2008).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Obtenção dos extratos e óleos**

Os extratos alcoólicos foram obtidos do macerado aquoso da casca do caule de plantas *Lafoensia pacari* e *Stryphnodendron barbatiman*. Já o óleo resina foi extraído diretamente do seio lenhoso do caule das plantas *Copaifera sp*, tendo sido adquirido diretamente de cooperativas extrativistas. Da mesma forma, foram adquiridas sementes de sucupira e o óleo bruto foi obtido por prensagem à frio das sementes de *Pterodon sp*.

Foi realizada uma padronização dos extratos e óleos, além da quantificação dos compostos ativos pelo Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás (UFG), como parte de um projeto desenvolvido em parceria com a Universidade de Brasília. Os valores encontrados para os extratos alcoólicos de pacari e barbatimão foram, respectivamente, 35% e 43,6% de taninos totais. Para os óleos de copaíba e sucupira foram encontrados 21,31% e 7,36% de  $\beta$ -cariofileno, respectivamente. Durante o período experimental, tanto os extratos como os óleos foram armazenados em frasco âmbar identificados e mantidos sob refrigeração.

#### **3.2 Armazenamento e preparo das amostras de carne de frango**

Foram conduzidos dois experimentos no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), localizado na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília, no período de novembro de 2012 a janeiro de 2013.

No primeiro experimento foram utilizados os extratos alcoólicos de pacari e barbatimão e, no segundo, os óleo resina de copaíba e o óleo bruto de sucupira. Para cada experimento, foram aplicados 8 tratamentos com a adição de diferentes concentrações dos extratos e/ou óleos e mais um tratamento controle.

#### **3.3 Experimento 1- Pacari e Barbatimão**

Foram utilizados aproximadamente 5,0 kg de carne de peito de frango fresca desossada e sem pele adquirida em um supermercado local, que foi cortada, moída e pesada. Da massa cárnea obtida foi separada uma quantidade de 3,6 kg para a produção das almôndegas de carne, sendo que a sobra foi identificada, pesada, embalada a vácuo e armazenada no congelador para posterior análise bromatológica.

Para a determinação da composição centesimal das amostras de carne de frango foram realizadas análises de proteína bruta por meio da determinação do nitrogênio total segundo o método de micro Kjeldahl; umidade, determinada por perda de peso das amostras em estufa a 105°C; cinzas, determinada por combustão total da matéria orgânica em forno mufla a 600°C; extrato etéreo, pelo método a quente, em aparelho equipamento marca Tecnal, modelo TE-044 utilizando éter de petróleo como solvente extrator. Todas as análises foram realizadas em triplicata em amostras cruas e os resultados foram expressos em porcentagem (%) na matéria seca, sendo 69,64 de umidade, 25,94 de proteína, 5,84 de cinzas, 4,68 de extrato etéreo.

A carne moída foi adicionada de 0,5% de sal, homogeneizada e dividida em porções iguais de 400 g cada, aos quais foram adicionados os extratos alcoólicos de pacari e barbatimão nas seguintes proporções, conforme os tratamentos: pacari - 0,2% (PAC0,2); 0,6% (PAC0,6); 1% (PAC1,0); 1,4% (PAC1,4); 0,2% (BAR0,2); 0,6% (BAR0,6); 1% (BAR1,0); 1,4% (BAR1,4) e o tratamento controle (CON) sem adição de antioxidantes. Em seguida, foram pesadas 30 gramas ( $\pm 0,5$  g) e preparadas 12 almôndegas de carne para cada tratamento, que foram embaladas à vácuo e pré-cozidas em banho-maria a 100°C durante 10 minutos. Após o cozimento, as almôndegas de carne foram resfriadas em água e gelo, em seguida reembaladas em embalagens permeáveis ao oxigênio, identificadas e armazenadas em câmara fria (4°C) durante 8 dias.

No decorrer do período de armazenamento, foram coletadas duas amostras de cada tratamento para o acompanhamento da oxidação dos lipídios da carne pela metodologia de TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*), conforme o método descrito por MADSEN *et al.* (1998). As análises foram feitas em duplicata em cinco dias diferentes: ao dia zero, 2, 4, 6 e 8 de armazenamento e os valores médios de TBARS foram expressos em  $\mu\text{mol}$  de malonaldeído (MDA)/kg de amostra.

### **3.4 Experimento 2 - Copaíba e Sucupira**

Foram utilizados aproximadamente 5,0 kg de carne de peito de frango fresca desossada e sem pele adquirida em um supermercado local, que foi cortada, moída e pesada. Da massa cárnea obtida foi separada uma quantidade de 3,6 kg para a produção das almôndegas de carne, sendo que a sobra foi identificada, pesada, embalada a vácuo e armazenada no congelador para posterior análise bromatológica.

Para a determinação da composição centesimal das amostras de carne de frango foram realizadas análises de proteína bruta por meio da determinação do nitrogênio total segundo o método de micro Kjeldahl; umidade, determinada por perda de peso das amostras em estufa a 105°C; cinzas, determinada por combustão total da matéria orgânica em forno mufla a 600°C; extrato etéreo, pelo método a quente, em aparelho equipamento marca Tecnal, modelo TE-044 utilizando éter de petróleo como solvente extrator. Todas as análises foram realizadas em triplicata em amostras cruas e os resultados foram expressos em porcentagem (%), sendo 66,03 de umidade, 28,76 de proteína, 5,18 de cinzas, 6,02 de extrato etéreo.

A carne moída foi adicionada de 0,5% de sal, homogeneizada e dividida em porções iguais de 400 g cada, aos quais foram adicionados os óleos de copaíba e sucupira nas seguintes proporções, conforme os tratamentos: copaíba - 0,01% (COP0,01); 0,05% (COP0,05); 0,1% (COP0,1); 0,5% (COP0,5); 0,01% (SUC0,01); 0,05% (SUC0,05); 0,1% (SUC0,1); 0,5% (SUC0,5) e o tratamento controle (CON) sem adição de antioxidantes. Em seguida, foram pesadas 30 gramas ( $\pm$  0,5 g) e preparadas 12 almôndegas de carne para cada tratamento, que foram embaladas à vácuo e pré-cozidas em banho-maria a 100 °C durante 10 minutos. Após o cozimento, as almôndegas de carne foram resfriadas em água e gelo, em seguida reembaladas em embalagens permeáveis ao oxigênio, identificadas e armazenadas em câmara fria (4°C) durante 8 dias.

No decorrer do período de armazenamento, foram coletadas duas amostras de cada tratamento para o acompanhamento da oxidação dos lipídios da carne pela metodologia de TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*), conforme o método descrito por MADSEN et al. (1998). As análises foram feitas em duplicata em cinco dias diferentes: ao dia zero, 2, 4, 6 e 8 de armazenamento e os valores médios de TBARS foram expressos em  $\mu$ mol de malonaldeído (MDA)/kg de amostra.



**Figura 5.** Sequência do processamento das amostras de carne de peito de frango. A- Pesagem. B- preparação das almôndegas de carne. C/D- almôndegas de frango sendo embaladas a vácuo. E- cozimento das almôndegas de carne embaladas em banho maria à 100°C. F- Almôndegas de carne cozidas armazenadas em câmara fria a 4°C. G- Homogeneização da carne durante processo de análise do TBARS. H- filtração para formação do composto cromóforo em banho maria. Fonte: Thais Chiozzini (2013).

### 3.5 Determinação da oxidação lipídica

Para quantificar os malonaldeídos, compostos secundários da oxidação lipídica da carne durante o armazenamento sob refrigeração, foi utilizado o método de TBA, segundo Madsen *et al.* (1998). Para cada dia de análise, 2 almôndegas pré-cozidas de cada tratamento foram amostradas da câmara fria ao acaso e analisadas em duplicata. Cinco gramas ( $\pm 0,5g$ ) de amostra foram pesadas em tubo tipo falcon de 50 ml e adicionado 15 ml de solução de tricloroacético 7,5% + Propil Galato 0,1% + EDTA 0,1% e homogeneizados no misturador (tipo Ultra Turax, marca IKA), sendo filtrados em seguida. Cinco ml do filtrado foi pipetado e adicionado de 5 ml de solução TBA em um tubo tipo falcon de 15 ml, que foi colocado em banho maria durante 40 minutos a 100°C para a formação do composto cromóforo de cor vermelha, que foi medido em

espectrofotômetro da marca GEHAKA, modelo UV-340G, nos comprimentos de onda de 532 e 600 nm.

A análise de TBARS quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos secundários da oxidação lipídica, formado pela decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formados durante o processo. O malonaldeído é um dialdeído de três carbonos e grupos carbonil nas posições C-1 e C-3. A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído, produzindo um composto cromóforo de cor vermelha, que pode ser medido espectrofotometricamente a um comprimento de onda de 532 nm. Os resultados são expressos em unidades de absorbância por unidade de massa de amostra ou em “valor de TBA” ou “número de TBA”, definidos como a massa, em mg ou  $\mu\text{mol}$  de malonaldeído por kg de amostra. O valor de TBARS (substâncias reativas ao TBA) constitui-se numa maneira de expressar o valor obtido no teste de TBA, sendo atualmente mais utilizado e leva em consideração outras substâncias capazes de reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (CAMPAGNOL, 2007; OSAWA *et al.*, 2005).

Para análise estatística dos resultados foi realizado inicialmente uma análise descritiva, visando a obtenção dos valores das médias e desvios-padrão, pelo teste de Tukey. Em seguida, para estudar os efeitos dos fatores experimentais (adição de extratos naturais) e do tempo de armazenamento como covariável, foi usado o TBARS como variável resposta em um delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições usando o Proc GLM do SAS (2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1- Pacari e Barbatimão

Como pode ser observado, a Tabela 1 e o Gráfico 1 mostram os valores de TBARS obtidos na carne de frango pré-cozida e armazenada sob refrigeração durante 8 dias.

Ao dia zero não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos aplicados ( $P>0,05$ ). No entanto, a partir do segundo dia de armazenamento em diante, o acúmulo dos compostos de ranço pode ser observado em todas as amostras. Para o tratamento controle (CON), ou seja, sem a adição de antioxidantes, os valores de TBARS foram aumentando à medida que o tempo de armazenamento aumentou, conforme esperado.

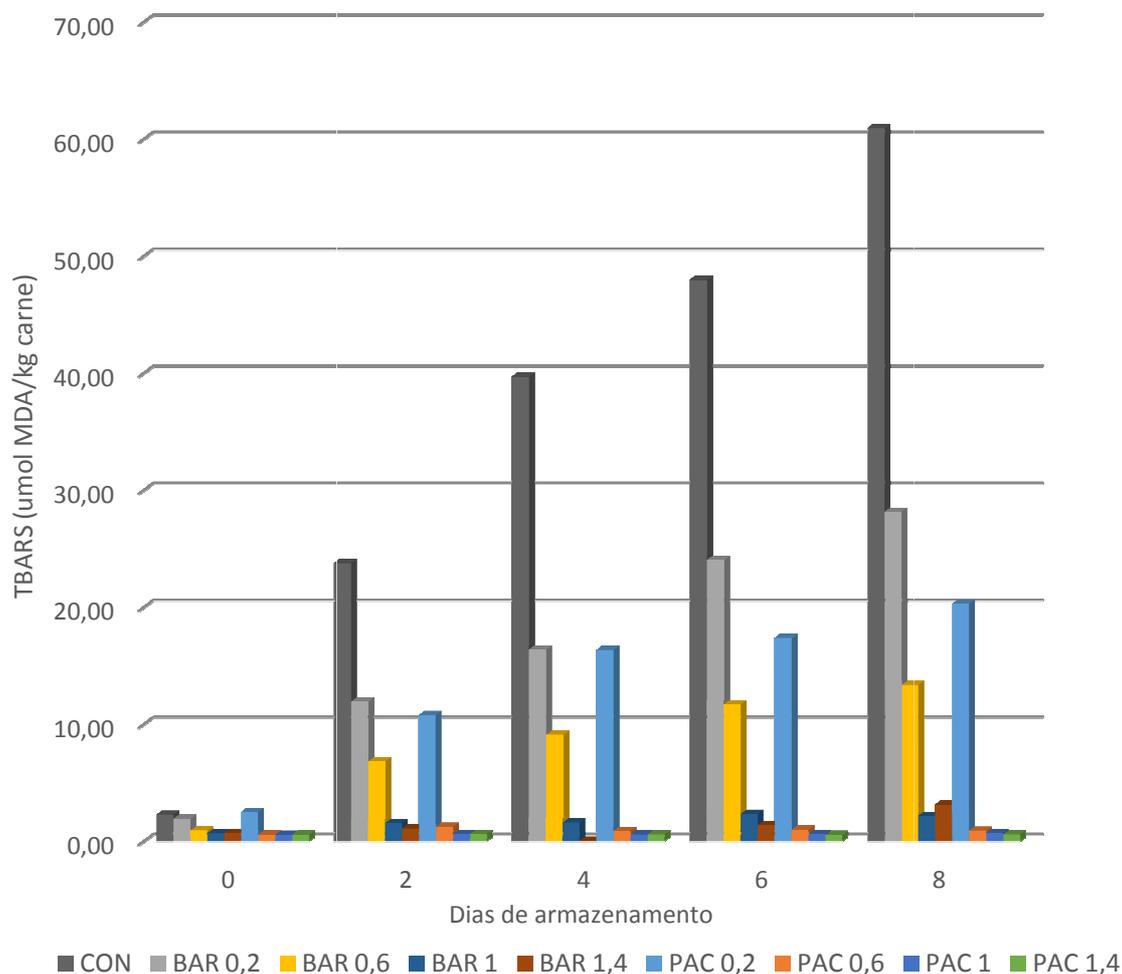
A partir do segundo dia de armazenamento refrigerado, as amostras contendo extratos de pacari nas concentrações 0,6%, 1,0% e 1,4% e barbatimão 1,0% e 1,4% apresentaram valores de TBARS significativamente menores ( $P<0,001$ ) em relação a CON, demonstrando que as almondegas de carne de frango foram eficientemente protegidas da oxidação lipídica.

**Tabela 1.** Valores médios e desvios-padrão para TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg}$  de carne) medidos em almondegas de carne de frango pré-cozidas e armazenadas por até 8 dias a  $4^\circ\text{C}$  ( $n=4$ ).

Tratamentos*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
CON	2,27 $\pm$ 0,34	23,7 <sup>a</sup> $\pm$ 1,16	39,69 <sup>a</sup> $\pm$ 2,42	50,3 <sup>a</sup> $\pm$ 2,33	60,9 <sup>a</sup> $\pm$ 2,14
PAC0,2	2,49 $\pm$ 0,81	10,8 <sup>b</sup> $\pm$ 0,25	16,35 <sup>b</sup> $\pm$ 1,41	17,4 <sup>c</sup> $\pm$ 1,42	20,31 <sup>c</sup> $\pm$ 4,23
PAC0,6	0,57 $\pm$ 0,07	1,24 <sup>d</sup> $\pm$ 0,32	0,89 <sup>d</sup> $\pm$ 0,34	1,01 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,27	0,91 <sup>f</sup> $\pm$ 0,10
PAC1,0	0,55 $\pm$ 0,06	0,61 <sup>d</sup> $\pm$ 0,07	0,59 <sup>d</sup> $\pm$ 0,07	0,62 <sup>f</sup> $\pm$ 0,13	0,71 <sup>f</sup> $\pm$ 0,08
PAC1,4	0,58 $\pm$ 0,07	0,61 <sup>d</sup> $\pm$ 0,56	0,59 <sup>d</sup> $\pm$ 0,04	0,56 <sup>f</sup> $\pm$ 0,02	0,59 <sup>f</sup> $\pm$ 0,02
BAR0,2	1,93 $\pm$ 0,20	11,9 <sup>b</sup> $\pm$ 0,56	16,4 <sup>b</sup> $\pm$ 1,58	24,0 <sup>b</sup> $\pm$ 1,94	28,2 <sup>b</sup> $\pm$ 0,62
BAR0,6	0,93 $\pm$ 0,06	6,83 <sup>c</sup> $\pm$ 0,47	9,10 <sup>c</sup> $\pm$ 0,34	11,7 <sup>d</sup> $\pm$ 1,40	13,4 <sup>d</sup> $\pm$ 1,10
BAR1,0	0,68 $\pm$ 0,04	1,55 <sup>d</sup> $\pm$ 0,28	1,60 <sup>d</sup> $\pm$ 0,35	2,35 <sup>e</sup> $\pm$ 0,29	2,18 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,17
BAR1,4	0,72 $\pm$ 0,06	1,10 <sup>d</sup> $\pm$ 0,16	0,06 <sup>d</sup> $\pm$ 0,06	1,38 <sup>ef</sup> $\pm$ 0,29	3,14 <sup>e</sup> $\pm$ 1,06

Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ).

\*: adição de 0,2; 0,6; 1,0 e 1,4% de extrato alcoólico de pacari (PAC) ou de barbatimão (BAR) na carne de frango e o tratamento controle (CON) sem adição de antioxidantes.



**Figura 6.** Formação de produtos secundários da oxidação lipídica em almôndegas de carne de peito de frango pré-cozidas, com e sem adição de extratos naturais durante armazenamento a 4°C medidos como substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg carne}$ ).

No decorrer dos 8 dias de armazenamento refrigerado, a adição dos extrato de pacari e de barbatimão, independente das dosagens utilizadas, demonstrou atividade antioxidante reduzindo a formação dos compostos de ranço significativamente ( $P < 0,05$ ) e protegendo os lipídios da carne da oxidação, em comparação ao CON sem a adição de antioxidantes.

Ainda aos 8 dias de armazenamento, verifica-se que a adição do extrato de pacari nas dosagens 0,6%, 1,0% e 1,4% e de barbatimão 1,0% e 1,4% foram eficientes ( $P < 0,05$ ) para manter a produção dos compostos de ranço a limites muito baixos, inclusive abaixo dos limites sensoriais de 10-20  $\mu\text{mol/kg}$  de carne relatados na literatura (LANARI *et al.*, 1995). Claramente, estas dosagens aplicadas levaram a valores semelhantes de TBARS entre si ( $P > 0,05$ ), indicando que a utilização de 0,6% de extrato

alcoólico de pacari e 1,0% de extrato alcoólico de barbatimão já seriam suficientes para a proteção total dos lipídios da carne.

Os resultados obtidos comprovam evidências anteriores de que o extrato de pacari apresenta boa atividade sequestradora de radicais livres pelo método de inibição do radical DPPH e da enzima xantina oxidase *in vitro* (SOLON *et al.*, 2000). Da mesma forma, Lopes *et al.* (2005) também demonstraram elevada capacidade antioxidante do extrato de diferentes espécies de barbatimão frente ao radical DPPH, eliminando radicais livres.

Em estudos realizados com alecrim, Ramalho & Jorge (2006), demonstraram que o extrato metanólico de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) foi o antioxidante mais adequado para proteger a gordura animal da oxidação lipídica, obtendo resultados superiores aos antioxidantes sintéticos como o BHA (butil-hidroxi-anisol) e BHT (butil-hidroxitolueno). Com base nesta evidência, os trabalhos de Racanicci *et al.* (2008) também comprovaram a eficiência ( $P < 0,05$ ) de diferentes dosagens de alecrim (0,05 e 0,1) na proteção dos lipídios da carne pré-cozida durante o armazenamento refrigerado. Contudo, os valores de TBARS encontrados para o alecrim foram superiores (44,03 e 51,54  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de amostra) aos observados nesse trabalho para as menores dosagens dos extratos (20,31 e 28,2  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de amostra), o que permite sugerir um efeito antioxidante superior para os extratos de pacari e barbatimão.

Pode-se dizer que a explicação para o excelente resultado na preservação da estabilidade oxidativa da carne de frango adicionada de extratos alcoólicos de pacari e barbatimão está na constituição das plantas, que contém altos teores em compostos fenólicos. Segundo Hinneburg *et al.* (2006), muitas ervas e especiarias, geralmente usadas para dar sabor em alimentos, são uma excelente fonte de compostos fenólicos que têm sido relatadas por apresentar atividade antioxidante, podendo servir como conservantes naturais de alimentos.

No entanto, os resultados encontrados nesse trabalho demonstraram que altas quantidades de compostos fenólicos totais, não necessariamente significam ou se traduzem em alta atividade antioxidante, pois o extrato de pacari com menor conteúdo fenólico apresentou maior atividade antioxidante que o extrato de barbatimão na mesma dosagem, o que está de acordo com Kahkonen, *et al.* (1999).

Vale a pena ressaltar que os estudos que avaliam a ação antioxidante do pacari e barbatimão na oxidação lipídica em alimentos são escassos, o que dificultou muito a comparação dos dados obtidos neste trabalho, tornando evidente a necessidade de

investigações mais aprofundadas sobre o comportamento do pacari e barbatimão frente à oxidação lipídica, bem como de seus mecanismos de ação.

#### **4.2 Experimento 2- Copaíba e Sucupira**

Como pode ser observado, a Tabela 2 e o Gráfico 2 mostram os valores médios de TBARS obtidos nas amostras de carne de frango pré-cozida e armazenada sob refrigeração durante 8 dias.

Ao dia zero não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). No entanto, a partir do segundo dia de armazenamento em diante, o acúmulo dos compostos de ranço pode ser observado em todas as amostras. Para o tratamento controle (CON), os valores de TBARS foram aumentando à medida que o tempo de armazenamento aumentou, conforme esperado.

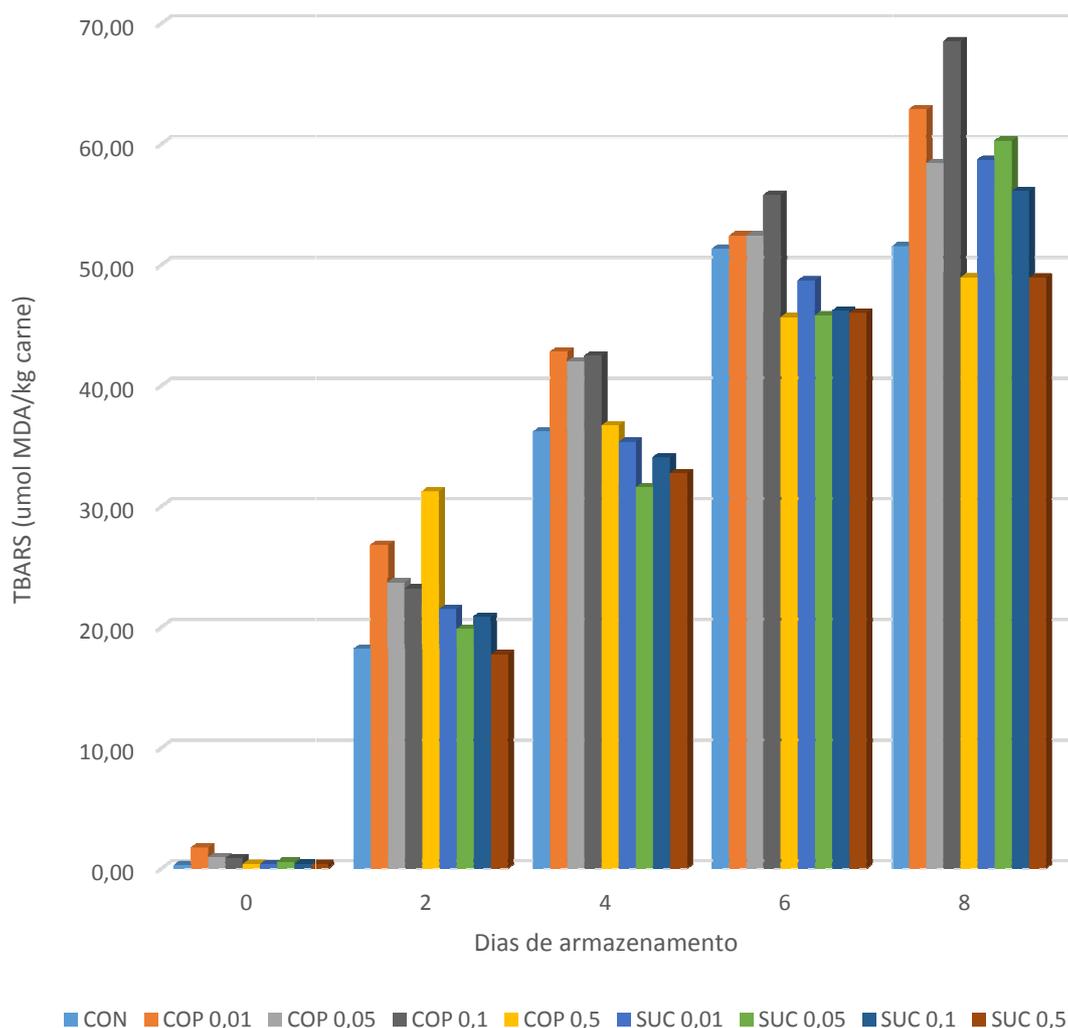
No segundo dia de armazenamento, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) em relação ao CON, exceto COP0,5 ( $P<0,001$ ) e COP0,01 ( $P<0,05$ ), cujos valores médios ultrapassaram o CON. No dia 4, os tratamentos contendo óleos de copaíba 0,01, 0,05 e 0,1 apresentaram valores médios superiores ao CON, sendo que o único tratamento que protegeu os lipídios da carne foi SUC0,05. No dia 6 as menores concentrações do óleo de copaíba e a menor dosagem de sucupira não diferiram ( $P>0,05$ ) do CON, no entanto, SUC0,05, 0,1 e 0,5 foram estatisticamente inferiores. A única dosagem que superou o controle foi copaíba 0,1 ( $P<0,05$ ). Ao final do ensaio de armazenamento, somente as amostras contendo as maiores concentrações de sucupira e a maior dosagem de copaíba apresentaram valores de TBARS semelhantes ao CON ( $P>0,05$ ), as demais promoveram um aumento ( $P<0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores médios e desvios-padrão para TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg}$  de carne) medidos em almondegas de carne de frango pré-cozidas e armazenadas por até 8 dias a  $4^\circ\text{C}$  ( $n=4$ ).

Tratamentos*	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
CON	$0,28 \pm 0,02$	$18,17^{cd} \pm 1,12$	$36,16^b \pm 2,30$	$53,33^c \pm 1,31$	$51,51^{ef} \pm 0,55$
COP 0,01	$1,74 \pm 0,21$	$26,79^b \pm 1,43$	$42,77^a \pm 1,85$	$52,40^{bc} \pm 7,01$	$62,85^b \pm 3,69$
COP 0,05	$0,93 \pm 0,18$	$23,68^{cb} \pm 3,02$	$41,97^a \pm 1,25$	$52,41^{bc} \pm 2,83$	$58,39^{cd} \pm 3,33$
COP 0,1	$0,84 \pm 0,08$	$23,17^{cb} \pm 2,61$	$42,46^a \pm 3,49$	$55,77^a \pm 3,05$	$68,48^a \pm 2,61$
COP 0,5	$0,37 \pm 0,05$	$31,20^a \pm 4,04$	$36,69^b \pm 4,84$	$45,65^d \pm 2,76$	$48,93^f \pm 1,57$
SUC 0,01	$0,36 \pm 0,05$	$21,46^{cd} \pm 1,99$	$35,32^{bc} \pm 2,04$	$48,70^{cd} \pm 3,30$	$58,68^{bcd} \pm 0,27$
SUC 0,05	$0,56 \pm 0,11$	$19,83^{cd} \pm 3,40$	$31,57^c \pm 3,51$	$45,78^d \pm 2,81$	$60,28^{bc} \pm 2,89$
SUC 0,1	$0,38 \pm 0,06$	$20,82^{cd} \pm 5,12$	$34,02^{bc} \pm 3,18$	$46,18^d \pm 3,25$	$56,07^{de} \pm 2,02$
SUC 0,5	$0,37 \pm 0,05$	$17,73^d \pm 1,16$	$32,71^{bc} \pm 2,35$	$45,99^d \pm 3,24$	$48,93^f \pm 4,76$

Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ).

\*: adição de 0,01; 0,05; 0,1 e 0,5% de óleo de copaíba (COP) ou de sucupira (SUC) na carne de frango e o tratamento controle (CON) sem adição de antioxidantes.



**Figura 7.** Formação de produtos secundários da oxidação lipídica em almôndegas de carne de peito de frango pré-cozidas, com e sem adição de extratos naturais durante armazenamento a 4°C medidos como substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico TBARS ( $\mu\text{mol MDA/kg carne}$ ).

No decorrer dos 8 dias de armazenamento refrigerado, a adição dos óleos de copaíba e sucupira, independentes das concentrações utilizadas, não foram eficientes para reduzir os efeitos da oxidação lipídica ( $P>0,05$ ) em comparação ao CON. Além disso, a aceleração da oxidação verificada nos demais tratamentos sugerem efeito pró-oxidante.

O efeito pró oxidante de extratos de plantas já foi relado anteriormente por outros autores (WANASUNDARA *et al.*, 1998; SMET *et al.*, 2008), sendo o efeito antioxidante ou pró-oxidante é altamente dependente da dosagem aplicada.

As dosagens utilizadas não foram suficientes para proteção dos lipídios da carne, ou estavam em quantidades acima da necessária para evitar a formação dos compostos rançosos, resultando uma inesperada aceleração da oxidação.

Ao contrário dos indícios encontrados na literatura (MACIEL, 2002; DESMARCHELIER *et al.* 2000; DUTRA *et al.*, 2008) que indicam atividade antioxidante *in vivo* ou *in vitro* com utilização dos óleos de copaíba e sucupira, neste estudo não foi possível verificar atividade antioxidante destas plantas.

Devido a falta de informações a respeito da composição química dos óleos de copaíba e sucupira, pouco foi possível discutir a respeito dos resultados. Vale a pena ressaltar ainda que os estudos com uso dos óleos de copaíba e sucupira em alimentos são inexistentes, tornando evidente a necessidade de mais estudos sobre o potencial desses óleos, bem como de seus mecanismos de ação e formas de adição.

## 5 CONCLUSÃO

A adição do extrato alcoólico de pacari e de barbatimão nas dosagens utilizadas neste estudo apresentou ação antioxidante na proteção dos lipídios da carne de frango pré-cozida armazenada sob refrigeração. Tais evidências indicam que estes extratos tem grande potencial para uso como alternativas naturais adicionados em carnes e produtos cárneos.

Por outro lado, a utilização dos óleos de copaíba e sucupira, nas dosagens estudadas, não provocaram efeito antioxidante sobre os lipídios da carne nas condições deste estudo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. A. Nutricines: food components in health and nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, 1999. cap. 2, p.11-32: Oxidation and antioxidants.

ADEGOKE, G. O.; VIJAY, K. M.; GOPALA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. *Journal of Food Science and Technology*, v. 35, n. 4, p. 283-298, 1998.

AHN, J.; GRUN, U. I.; MUSTAPHA, A. Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology*, v. 24, p. 7–14, 2007.

ALMEIDA, C. O. Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça Toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares as praticadas em Supermercado. 2005. Dissertação (mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Alimentos, 2005.

ALMEIDA, P. L.; NAGHETINI, C. C.; NUNAN, A. E.; JUNQUEIRA, G. R.; GLÓRIA, A. M. Atividade antimicrobiana in vitro do rizoma em pó dos pigmentos curcuminóides e dos óleos essenciais da *Curcuma longa l.* *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 3, p. 875-881, maio/jun., 2008.

ARAÚJO, M. A. J. Química dos Alimentos: Teoria e Prática. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 596 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. Official methods of analysis. 15. Ed. Washington D. C., 1990. 1141 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>> Acesso em 22 de abril de 2013.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Varela, 1995. 223 p.

BUSTAMANTE, K. G. L.; LIMA, A. D. F.; SOARES, M. L.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; BARA, M. T. F.; PIMENTA, F. C.; PAULA, J. R. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico bruto da casca da sucupira branca (*Pterodon emarginatus Vogel*) – Fabaceae. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu*, v. 12, n. 3, p. 341-345, 2010.

CAMPOS, J.S.; FRASSON, A.P.Z. Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Lafoensia pacari* A. ST-HIL. em emulsão não-iônica. *Rev Ciênc Farm Básica Apl.*, v. 32, n. 3, p. 363-368, 2011.

CAMPAGNOL, P. C. B. Cultura starter produzida em meio de cultura de plasma suíno e antioxidante natural na elaboração do salame. 2007. 74f. Dissertação (Mestrado em

Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

CARVALHO, J. C. T.; SERTIÉ, J. A. A.; BARBOSA, M. V. J.; PATRÍCIO, K. C. M.; CAPUTO, L. R. G.; SARTI, S. J.; FERREIRA, L. P.; BASTOS, J. K. Anti-inflammatory activity of the crude extract from the fruits of *Pterodon emarginatus*. *Vog. Journal of Ethnopharmacology* [online], v. 64, p. 127–133, 1999.

CHEN, Z. Y.; CHAN, P. T.; HO, K. Y.; FUNG, K. P.; WANG, J. Antioxidant activity of natural flavonoids is governed by number and location of their aromatic hydroxyl groups. *Chemistry and Physics of Lipids*, v. 79, p. 157-163, 1996.

CHUN, O. K.; CHUNG, S. J.; SONG, W. O. Estimated Dietary Flavonoid Intake and Major Food Sources of U.S. Adults. *The Journal of Nutrition*, 2007.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v. 3, p. 267-269, 1984.

COSTA, A. F. Farmacognosia I. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian 5 ed., 1994

COSTA, A. F. Farmacognosia. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1986. 1031p

DE LA CRUZ, M. G. F. Plantas medicinais utilizadas por raizeiros: uma abordagem etnobotânica no contexto saúde-doença. 1997. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. 1997.

DESMARCHELIER, C.; CICCIA, G.; COUSSIO, J. Recent advances in the search for antioxidant activity in South American plants. *Atta-ur-Rahman* (Ed.) *Studies in Natural Products Chemistry*, v. 22, p. 343–367, 2000.

DORMAN, D. J. H.; PELTOKETO, A.; HILTUNEN, R.; TIKKANEN, J. M. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, v. 83, p. 255–262, 2003.

DUTRA, R. C.; FAVA, M. B.; ALVES, C. C.; FERREIRA, A. P.; RAPOSO, N. R. B. Antiulcerogenic and anti-inflammatory activities of the essential oil from *Pterodon emarginatus* seeds. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v.61, p.243–250, 2009.

DUTRA, R. C. Avaliações fitoquímicas e farmacológicas das sementes de *Pterodon emarginatus* Vogel. Dissertação (Mestrado em Genética/Biotecnologia). Universidade de Juiz de Fora, MG, 2008.

FARMER, H. E.; BLOOMFIELD, F.G.; SUNDRALINGAM, A.; SUTTON, A. D. The course and mechanism of autoxidation reactions in olefinic and polyolefinic substances, including rubber. *Transactions of the Faraday Society*, London, v.38, p. 348-355, 1942.

FELFILI, J. M.; DA SILVA JÚNIOR, M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. Rev. Bras. Bot., v.22, p.83-90, 1999.

FONSECA, F. S. A.; NERY, P. S.; FILGUEIRAS, F. C.; OLIVEIRA, D. A.; D'ANGELIS, S. N. Abordagem fitoquímica em folhas e alas de frutos de *Pterodon polygalaeflorus* (Benth.) Benth. In: Simpósio de plantas medicinais e fitoterápicas & encontro da rede fitocerrado, Anais... Uberlândia, 2005. Disponível em: <http://www.plantasmedicinais.ufu.br/anais.html>. Acesso em 20 junho 2013.

FRANKEL, E. N.; KANNER J.; KINSELLA, E. J.; GERMAN, J. B.; PARKS, E. Inhibition in vitro of oxidation of human low density lipoprotein by phenolic substances in red wine. The Lancet, v. 341, p. 454-457, 1993.

GRAY, J. L.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, Oxford, UK, v.43, suppl., p. S111-S123, Sept. 1996.

GUARIMNETO, G. Plantas utilizadas na medicina popular do Estado de Mato Grosso. Brasília: CNPq/UFMT, 58p. 1987.

GULÇIN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. Arch Toxicol v. 86, p. 345–391, 2012.

GULÇIN, I.; ELIAS, R.; GEPDIREMEN, A.; BOYER, L. Antioxidant activity of lignans from fringe tree (*Chionanthus virginicus* L.). Eur Food Res Technol, v. 223, p. 759–767, 2006.

HALLIWELL, B. Antioxidant characterization; methodology and mechanism. Biochem Pharmacol, v. 49, p. 1341–1348, 1995.

HIGGINS, F. M.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; MORRISEY, P. A. Assessment of  $\alpha$ -tocopherol acetate supplementation, addition of salt and packaging on the oxidative stability of raw turkey meat. British Poultry Science, v. 39, p. 596-600, 1998.

HINNEBURG, I.; DORMAN, H.J. D; HILTUNEN, R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. Food Chemistry, v. 97, p. 122–129, 2006.

KAHKONEN, M. P.; HOPIA, A. I; VUORELA, H. J.; RAUHA, J.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T. S.; HEINONEN, M. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. J. Agric. Food Chemistry, v. 47, 3954-3962, 1999.

KAHL. R.; HILDEBRANT, A. G. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. Food and Chemical Toxicology, Richmond, v. 24, n. 10/11, p. 1007-1014, Oct/Nov, 1986.

KANNER, J. Oxidative process in meat and meat products: quality implications. Meat Science, v. 36, p. 169-189, 1994.

LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M.; ANDSCHELLER, K. K. Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle following modified atmosphere packaging. *Meat Science*, v. 41, p. 237-250, 1995.

LOPES, G. C.; SANCHES, A. C. C.; NAKAMURA, C. V.; DIAS-FILHO, B. P.; HERNANDES, L.; DE MELLO, J. C. P. Influence of extracts of *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. and *Stryphnodendron obovatum* Benth, on the cicatrisation of cutaneous wounds in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 99, p. 265-272, 2005.

LORENZI, H. E.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 310, 2002.

MACIEL, M. A. M.; PINTO A. C.; VEIGA Jr, V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova*, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MADSEN, H.L.; SORENSEN, B.; SKIBSTED, L.H.; BERTELSEN, G. The antioxidative activity of summer savory (*Saturejahortensis* L) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) in dressing stored exposed to light or in darkness. *Food Chemmistry*, v. 63, p. 173-180, 1998.

MCGARVEY, D. J., CROTEAU, R. Terpenoid Metabolism. *The plant cell*, v. 7, p. 1015-1026, 1995.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N.; REZER. A. S. Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico, *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 13, n. 4, p. 242-250, out./dez. 2010.

MORAES, W. F.; GALDINO, P. M.; NASCIMENTO, M. V. M.; VANDERLINDE, F. A.; BARA, M. T. F.; COSTA, E. A.; PAULA, J. R. Triterpenes involved in Anti-inflammatory effect of ethanolic extract of *Pterodon emarginatus* Vogel stem bark. *Journal of Natural Medicines*, v. 66, p. 202-207, 2012.

MOREIRA, F. As plantas que curam: cuide da sua saúde através da natureza. São Paulo: Hemus, p. 256, 1985.

MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P. J.; GALVIN, K.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, v. 49, p. 73-86, 1998.

MORS, W. B.; SANTOS F. M. F.; MONTEIRO H. J.; GILBERT B. Chemoprophylatic agent in schistossomiasis: 14, 15- epoxygeranilgeraniol. *Science*, v. 157: 950-951, 1967.

NEVES, M. F.; ROSSI, R. M.; MELO, A. S. Embalagem como um elemento de marketing: um estudo no setor de carnes bovinas no Brasil. In: ASANBLEA ANUAL DE CLADEA, Santiago, 40., 2005.

O'NEILL, L. M.; GALVIN, K.; MORRISSEY, P. A.; BUCKLEY, D. J. Effect of carnosine, salt and dietary vitamin E on the oxidative stability of chicken meat. *Meat Science*, v. 52, p. 89-94, 1999.

OCCHIONI, E. M. L. Considerações taxonômicas no gênero *Stryphnodendron* Mart. (*Leguminosae-Mimosoideae*) e distribuição geográfica das espécies. *Acta Botânica Brasilica* v. 4, p. 153–158, 1990.

OLIVEIRA, E. C. P. et al. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp.*) no município de Moju-PA. *Revista Brasileira de Plantas medicinais*, v.8, n.3, p.14-23, 2006.

OLIVO, R., M. SHIMOKOMAKI. 2002. *Carnes: no caminho da pesquisa*. 2.ed. Cocal do Sul: IMPRINT, 2002.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Química Nova*, v. 28, n. 5, p. 655-663, 2005.

PANIZZA, S.; ROCHA, A.B.; GECCHI, R.; SOUZA e SILVA, R.A.P. *Stryphnodendron adstrigens barbadetiman* (Vell.) Martius: teor de tanino na casca e sua propriedade cicatrizante. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v. 10, p. 101-106, 1988.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 2.ed. Goiânia: UFG, 2006. p. 1150.

PEREIRA, M. G. Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave. Dissertação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, 2009.

PIMENTA, A. T. A.; SANTIAGO, G. M. P.; ARRIAGA, Â. M. C.; Menezes, G. H. A.; BEZERRA, S. B. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade larvicida de *Pterodon polygalaeflorus* Benth (Leguminosae) sobre *Aedes aegypti*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 16, n. 4, p. 501-505, 2006.

POKORNY, J. Major factors affecting the autoxidation of lipids. In: Chan HWS (ed) *Autoxidation of unsaturated lipids*. Academic Press, London, p. 141–206, 1987.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN B.; SKIBSTED LH. Mate (*Ilexparaguariensis*) as a source of water extractable antioxidant for use in chicken meat. *European Food Research and Technology*, v. 227, p. 255–260, 2008.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; MENTEN, J. F. M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SKIBSTED, L. K. Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in pre-cooked chicken meat balls during chill storage in comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*), *European Food Research and Technology*, v. 218, p. 521-524, 2004.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos *Quim. Nova*, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. *Botânica Econômica Brasileira*. 1a ed. São Paulo, EDUSP, 1976. 122p.

SANCHES, A. C. C. Estudo farmacognóstico das cascas de *Stryphnodendron obovatum* Benth, atividade antioxidante, antimicrobiana e da ação ao cicatrizante dos seus extratos. Master of Science Dissertation. UNESP, Araraquara, SP, Brasil, 210 p. 2004.

SARTORI, N. T. Triagem de plantas medicinais popularmente utilizadas como antiúlcera em Mato Grosso e avaliação do efeito anti-úlceras da fração diclorometânica (DCM2) de *Calophyllum brasiliense* Camb. (guanandi). Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. 1997.

SELANI, M. M. Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SHAHIDI, F.; JANITHA P. K.; WANASUNDARA P. D. Phenolic antioxidants. *Rev Food Science Nut.*, v. 32, p. 67–103, 1992.

SHAHIDI, F.; RUBIN, L. J.; WOOD, D. F. Control of lipid oxidation in cooked ground pork with antioxidants and dinitrosyl ferrohemochrome. *Journal of Food Science*, v. 52, p. 564-567, 1987.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, São Paulo, v.22, n. 1, p. 94-103, jan/fev. 1999.

SILVA, I. D.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, M. R.; CUNHA, M. G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) Sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 109-115, 2005.

SILVA, R. M, SILVA, P. A. M. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. *Rev. Nutr.*, Campinas, 12(1): 5-19, jan./abr., 1999.

SMET, K.; RAES, K.; HUYGHEBAERT, G.; HAAK, L.; ARNOUITS, S.; SMET, S. Lipid and Protein Oxidation of Broiler Meat as Influenced by Dietary Natural Antioxidant Supplementation. *Poultry Science*, v. 87, p. 1682–1688, 2008.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*, Campinas, v.15, n. 1, p. 71-81, jan. 2002.

SOLON, S., LOPES, L., TEIXEIRA-DE-SOUSA, P., SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. Free radical scavenging activity of *Lafoensia pacari*. *Journal of Ethnopharmacology*, Limerick, v. 72, n. 1-2, p. 173-178, 2000.

SOLON, S. Alguns aspectos químico-farmacológicos da entrecasca do caule de *Lafoensia pacari* St. Hil (mangava-brava, Lythraceae). Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. 1999.

ST. ANGELO, A. J. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* v. 36, p. 175, 1996.

TAMASHIRO-FILHO, P. Avaliação da atividade anti-úlceras do extrato bruto metanólico (EMLP) de *Lafoensia pacari* St. Hil. (Lythraceae). Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. 1999.

TANG, S.; KERRY, P. J.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, J. D.; MORRISSEY, A. P. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food Research International*, v. 34, p. 651-657, 2001.

União Brasileira de Avicultura (UBABEF), 2013. Disponível em: [http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao\\_brasileira\\_de\\_carne\\_de\\_frango](http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango/producao_brasileira_de_carne_de_frango). Acesso em 22 de abril de 2013.

VEIGA Jr, V. F.; PATICUCCI, M. L.; PINTO, A. C. Controle de autenticidade de óleos de copaíba comerciais por cromatografia gasosa de alta resolução. *Química Nova*, v. 20, n. 6, p. 612-615, 1997.

VEIGA Jr, V. F.; PINTO, A. C. O Gênero *Copaifera* L. *Química Nova*, v. 25, n. 2, p. 273-286, 2002.

VIEIRA, A. A oxidação lipídica e o uso de antioxidantes sintéticos em produtos cárneos. *Aditivos e Ingredientes*, n. 26, p. 71-75, 2003.

WANASUNDARA, U. N.; SHAHIDI, F. Antioxidant and pró-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, London, v. 63, n. 3, p.335-342, Nov. 1998.

YANISHLIEVA-MALAROVA, N. V. Sources of natural antioxidants: vegetable, fruits, herbs, spices and teas, In: *Antioxidants in Food: Practical applications*. Jan Pokorný, Nedyalka Yanishlieva and Michael Gordon (eds.), Cambridge, England, 2001.

YOUNATHAN, M. T. Causes and prevention of warmed-over flavor. In *Annual Reciprocal Meat Conference*, Baton Rouge., 38., 1985.